

REVISTA DIGITAL



ISSN 2448-8003

Detección de arritmias en personas adultas mediante una aplicación para dispositivos móviles Android

Detection of arrhythmias in adults using an application for Android mobile devices

Gerardo De-La-Cruz-De-La-Cruz¹⁻², Bernardo De-La-Cruz-Feliciano¹⁻²,
Manuel Hernández-Hernández²

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Chicontepec, Veracruz, México.

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 02-10-2020
Aceptado: 04-12-2020

Autor corresponsal: gerardodcdc2@hotmail.com

Resumen

Las principales muertes del mundo son por enfermedades cardiovasculares. El 90% de los infartos que se producen se asocia a factores de riesgo clásicos, como la hipertensión, niveles de colesterol elevado, tabaquismo, diabetes o la obesidad.

En este artículo se muestra el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles Android que permite la medición de la frecuencia cardiaca y detección de arritmias, en personas mayores de 55 años de edad que se encuentran en reposo. Dicho sistema se llevó a cabo con una pulsera Scosche Rhythm, para la adquisición de los datos que son enviados mediante la comunicación Bluetooth a un dispositivo móvil con la aplicación instalada, la aplicación es encargada de tratar los datos que son almacenados y detectar la presencia de una arritmia, los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con las personas en reposo que padecen enfermedades cardiovasculares fueron óptimas, debido a que el funcionamiento de la aplicación nos permitió observar la medición de la frecuencia cardiaca en tiempo real y detectar las arritmias cardiacas que se presentaron en un 95% de la totalidad.

La aplicación se desarrolla para un sistema Android que mantiene una compatibilidad con la mayoría de los teléfonos móviles.

Palabras clave: Bluetooth, Scosche, Pulso cardiaco, Aplicación, Arritmia.

Abstract

The main deaths in the world are from cardiovascular diseases. 90% of the heart attacks that occur are associated with classic risk factors, such as hypertension, high cholesterol levels, smoking, diabetes or obesity.

This article shows the development of an application for Android mobile devices that enables heart rate measurement and arrhythmia detection in people over 55 years of age who are at rest. This system was carried out with a Scosche Rhythm bracelet, for the acquisition of data that is sent through Bluetooth communication to a mobile device with the application installed, the application is in charge of treating the data that is stored and detecting the presence of an arrhythmia, the results obtained in the tests carried out with people at rest suffering from cardiovascular diseases were optimal, because the operation of the application allowed us to observe the measurement of the heart rate in real time and detect the cardiac arrhythmias that occurred in 95% of the total.

The application is developed for an Android system that maintains compatibility with most mobile phones.

Keywords: Bluetooth, Scosche, Heart rate, Application, Arrhythmia.

Introducción

Este proyecto se plantea como el manejo de la frecuencia cardiaca y detección de arritmias, considerando que las enfermedades cardiovasculares son la principal muerte en el mundo. Se calcula que en 2015 murieron por esta causa 17,7 millones de personas, lo cual representa un 31% de todas las muertes registradas en el mundo. De estas muertes, 7,4 millones se debieron a la cardiopatía coronaria, y 6,7 millones, a los AVC (OMS, 2017).

Las enfermedades cardiovasculares son un grupo de desórdenes del corazón y de los vasos sanguíneos. En México, el 19% de mujeres y hombres de 30 a 69 años muere de enfermedades cardiovasculares, hay más de 17 millones de hipertensos, 14 millones de dislipidémicos, 6 millones de diabéticos, 35 millones de adultos con sobrepeso u obesidad y 15 millones con grados variables de tabaquismo por lo que se vuelve una parte fundamental la detección y el diagnóstico de las enfermedades cardíacas (Sánchez, 2016).

La arritmia es una condición médica común que incluye una amplia gama de patologías relacionadas con el corazón. La prevención de muertes por ECV (Enfermedades cardiovasculares), representadas en su mayoría por arritmias cardiacas, requieren identificación rápida y precisa. El desarrollo preciso de las técnicas no invasivas para la identificación de pacientes en riesgo de sufrir arritmias letales es esencial para la reducción de la mortalidad de las complicaciones cardíacas (Olivera, 2014).

El proyecto se enfoca en la medición de la frecuencia cardiaca del paciente mediante la captura de la información en tiempo real, con el objetivo de observar el comportamiento de su ritmo cardíaco y detectar la presencia de arritmias cardiacas en personas adultas mayores de 55 años de edad en reposo. Para la realización de este proyecto se seleccionó el dispositivo Scosche Rhythm (PreMarathon, 2016), el cual toma la medida de la frecuencia cardiaca en cuestión de segundos y sin molestia alguna. El tamaño del pulsómetro lo hace más cómodo para su uso. La aplicación se desarrolla para dispositivos Android por su facilidad de diseño y mayor compatibilidad de teléfonos móviles (Mena Roa, 2020).

Materiales y métodos

El presente estudio tiene como finalidad facilitar la medición de la frecuencia cardiaca, en personas mayores de 55 años, mediante un sistema de medición del ritmo cardiaca a través de dispositivos móviles con sistema operativo Android. Para la realización de este proyecto el primer paso es llevar a cabo la medición de la frecuencia cardiaca, usando una pulsera Scosche Rhythm (Scosche, Best Heart Rate Monitor | Rhythm Plus, 2020), la cual fue seleccionada después de realizar un análisis de ser un dispositivo de bajo costo, gran comodidad y precisión.

En la actualidad existen una gran variedad de dispositivos para la medición de la frecuencia cardiaca, de acuerdo a las necesidades y requerimientos del proyecto se busca el valor de la frecuencia cardiaca, para ser enviado inalámbricamente a un dispositivo móvil. Dado lo anterior, se selecciona un dispositivo de bajo costo que no cuente con pantalla para visualizar los latidos por minuto. En la tabla 1 se realiza una comparativa de los Pulsómetros más adecuados al proyecto.

Tabla 1. Comparación de Pulsómetros

Pulsómetro	Costo	Positivo	Negativo
Polar Oh1	62,90 € Amazon \$1899 Mercado Libre	Sumergible, sensor de precisión	No cuenta con pantalla
Garmin Forerunner 35	124,99 € Amazon \$3889 Mercado Libre	Pantalla de led, funciones extras	Costo elevado
Polar M200	89,99 € Amazon \$3700 Mercado Libre	Pantalla de led, funciones extras	Costo elevado
Scosche Rhythm plus	73,38€ Amazon \$1600 Mercado libre	Sumergible, sensor de precisión	No cuenta con pantalla
Mio link	129,56€ Amazon \$3899 Mercado Libre	Sumergible, sensor de precisión	No cuenta con pantalla
Garmin Vivosmart HR	124,68€ Amazon \$3148 Mercado libre	Pantalla de led, funciones extras	Costo elevado
Fitbit Versa 2	189,00€ Amazon \$3500 Mercado libre	Pantalla de led, funciones extras	Costo elevado

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta los Pulsómetros comparados en la tabla 1, cuentan con comunicación vía Bluetooth 4.0, se llegó a la conclusión de que la mejor opción por precio, comodidad y precisión de las lecturas del ritmo cardiaco es Scosche Rhythm debido a que solo se requiere los valores de la frecuencia cardiaca, como los valores no serán visualizados en el pulsómetro si no en la aplicación, que es la otra característica que obliga a la elección del dispositivo, en la figura 1 se muestra el pulsómetro elegido a utilizar en el proyecto.



Figura 1. Pulsómetro Scosche Rhythm

Fuente: Tomado de (Scosche, 2010)

Especificaciones del producto seleccionado:

- Construcción a prueba de agua IP67: sumergible hasta 1 metro
- Brazalete ligero y transpirable: no se requiere correa para el pecho
- Hyper-Accurate: tecnología de sensor óptico patentada
- Aplicación amigable: funciona con cientos de aplicaciones
- Bluetooth Smart y ANT +: funciona con prácticamente cualquier dispositivo
- 100 pies Rango: Entrenamiento hasta 100 pies de distancia del dispositivo (30 metros aproximadamente)
- 8 horas de duración de la batería: batería interna recargable
- Sensores ópticos verde / amarillo: mediciones superiores en comparación con solo sensores verdes. Medición de la frecuencia cardiaca con un alto grado de precisión.

Los datos son adquiridos en valores de latidos por minuto, de forma sencilla sin presentar ninguna molestia, debido a que la técnica de fotopletismografía que utiliza el pulsómetro para

medir la frecuencia cardiaca es una técnica no invasiva. Los datos obtenidos son enviados de manera inalámbrica vía Bluetooth Smart 4.0, que ésta basa su funcionamiento en el Bluetooth de baja energía (BLE por sus siglas en inglés) (Bluetooth, 2015). La pulsera Scosche se enlaza con el dispositivo por medio de la aplicación para la obtención de las lecturas del ritmo cardiaco del paciente.

En la figura 2 se muestra la pantalla de inicio de Arrit-mo, en donde se registra el usuario, quedando registrado al momento de darle click en el botón entrar.

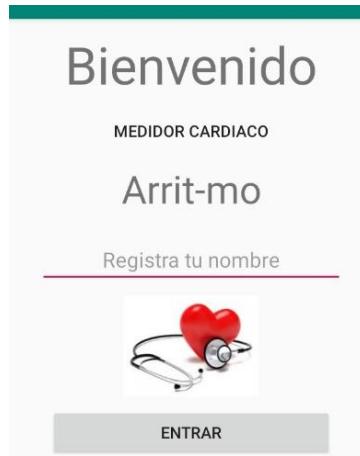


Figura 2. Pantalla de inicio de la aplicación

Fuente: Elaboración Propia

La aplicación muestra en la pantalla las lecturas obtenidas en tiempo real, también muestra la situación del paciente, si su ritmo cardiaco es estable o si presenta una arritmia en ese instante, tal como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Pantalla de lectura de la frecuencia cardiaca

Fuente: Elaboración Propia.

Para el desarrollo de la aplicación fue necesario el uso del software de programación de aplicaciones Android Studio (Studio, 2019). Esto debido a que es más fácil de programar y Android hace uso de programación Java. La aplicación deberá estar instalada en el dispositivo móvil para la obtención de los datos de la frecuencia cardiaca, que es recibida vía Bluetooth a través del pulsómetro.

La técnica que utiliza el pulsómetro para la adquisición de la frecuencia cardiaca es el Fotopletismo, que mide la frecuencia cardiaca mediante foto-diodos y LEDs verdes que son reflejados dependiendo del flujo sanguíneo. Las lecturas de la frecuencia cardiaca son obtenidas en latidos por minuto con respecto al tiempo. Para saber si el usuario se encuentra estable o presenta una arritmia cardiaca, se toma en cuenta los valores de la tabla 2 con las condiciones de la frecuencia cardiaca.

Tabla 2. Condiciones para la detección de arritmias

Condición	Rango de Frecuencia	Alerta
Se considera como frecuencia normal o estable	Si $60 \leq FC(t) \leq 100$ lpm	Estable
Se considera que presenta una arritmia	Si $FC(t) < 60$ lpm	Bradicardia
Se considera que presenta una arritmia	Si $FC(t) > 100$ lpm	Taquicardia

Fuente: Modificada de (Mulet Segura, 2017).

La aplicación está desarrollada por los siguientes apartados:

- En el primer apartado se registran los datos de la persona como son: fecha de nacimiento, edad, estatura, peso, sexo.
- En el segundo apartado se registran los datos del contacto de emergencia como son: Nombre, Parentesco, Ubicación, correo electrónico y número telefónico.
- En el apartado tres se registran las lecturas obtenidas de la frecuencia cardiaca del usuario.
- En el siguiente apartado es donde se realiza la lectura de la frecuencia cardiaca.
- En el apartado cinco se realiza la sincronización del pulsómetro con la aplicación.

- En el apartado seis se muestran otros factores de riesgo que pueden afectar en la salud de la persona como son: fuma, consume alcohol, diabético, obesidad, etc.

Para el desarrollo de la aplicación se tomó en cuenta algunos conceptos, referentes a las partes que componen a la aplicación que son:

- **Layout:** Son un conjunto de vistas agrupadas en torno a una estructura.
- **Actividad:** Cada aplicación está formada por una serie de pantallas a las cuales se les denomina actividad.
- **Servicio:** Son los procesos que se ejecutan en segundo plano, sin necesidad de interactuar con el usuario.
- **Intent:** Es un objeto que representa el deseo de realizar una acción, se utiliza para comenzar actividades.
- **View:** Se le denomina así a cada elemento que forma la interfaz gráfica.

Estos son a grandes rasgos las partes que componen a la aplicación que se comienza en la adquisición de los datos recibidos a través de Bluetooth, que a su vez son almacenados en la misma aplicación.

Resultados y discusión

Para iniciar la aplicación la figura 4, muestra el diagrama de uso y se observa cómo se llevan a cabo las diferentes funciones. Al inicio de la aplicación el usuario se registra con su nombre, después de registrarse ingresa a la pantalla principal que le aparecen los iconos donde podrá ingresar a cualquier de los seis apartados. La figura 2 muestra la pantalla de inicio de la aplicación.

Al ingresar en el primer apartado el usuario podrá registrar sus datos personales, posteriormente guardarlos dándoles clic al botón guardar. Después ingresa en el apartado de datos del contacto que igual forma ingresa sus datos para almacenarlos en el dispositivo con el botón guardar. Al ingresar en el apartado de historial el usuario solo podrá consultar las lecturas obtenidas durante un tiempo determinado.

Al ingresar al apartado de medir pulso, proporciona dos opciones, la primera si el dispositivo está vinculado con la aplicación esta nos arrojará la lectura de la frecuencia cardiaca en latidos por minuto, como se muestra en la figura 3. La segunda, si el dispositivo no está vinculado con la aplicación, esta nos mandará de forma automática al apartado de sincronización para agregar al pulsómetro y regresar a la medición del pulso cardiaco.

Si se ingresa al apartado de sincronización nos envía un mensaje asegurándose que el Bluetooth y el sistema de ubicación están activados, para agregar de manera correcta el dispositivo. Al ingresar en el último apartado se registran datos de factores que podrían afectar a la salud del usuario que también son almacenados en el dispositivo.

Cuando la aplicación obtiene los datos de la frecuencia cardiaca, permite observar las mediciones obtenidas por el pulsómetro en latido por minuto (lpm), el usuario se encuentra con la frecuencia cardiaca normal o estable cuando sus lpm están dentro de los rangos establecidos en la tabla 2. Si las mediciones son menores de 60 lpm o mayores de 100 lpm, la aplicación detecta la presencia de una arritmia clasificándola inmediatamente como bradicardia o taquicardia.

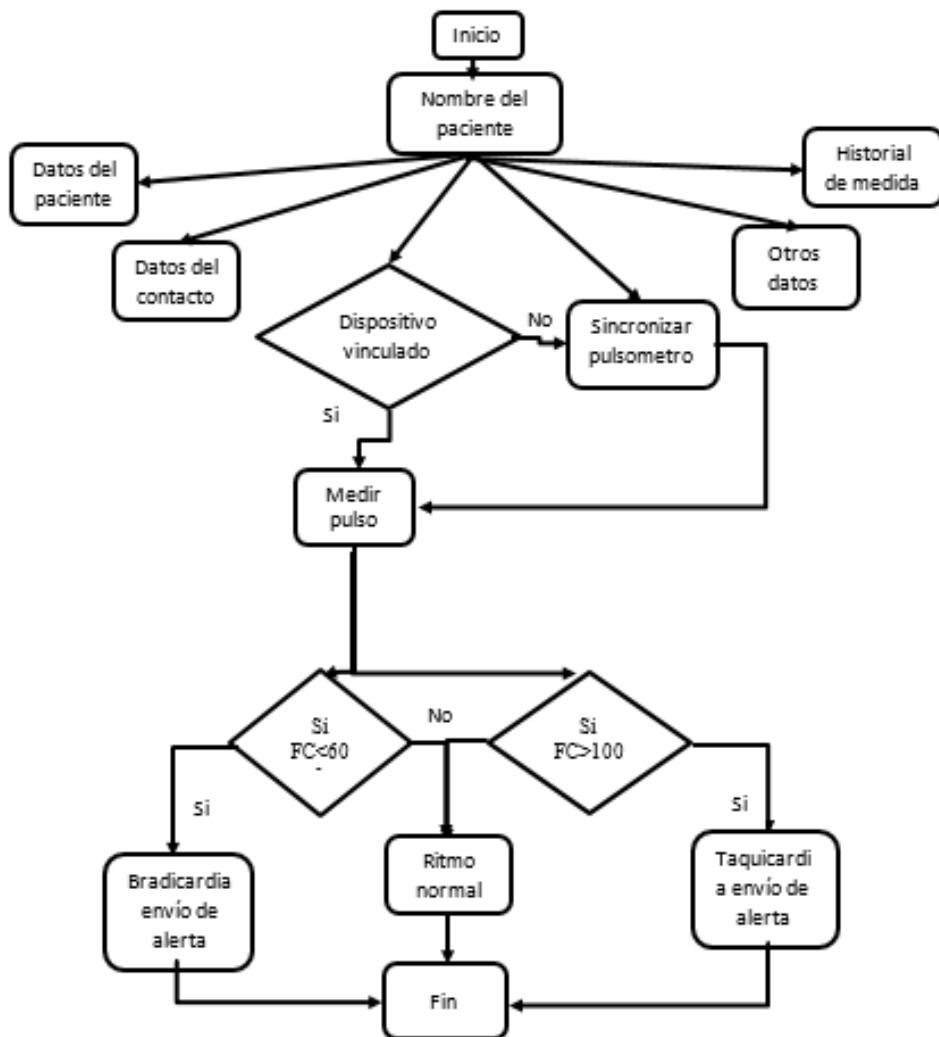


Figura 4. Diagrama del uso de la aplicación

Fuente: Elaboración Propia

La aplicación fue probada para su funcionamiento en pacientes mayores de 55 años de edad, en la figura 5 se muestra el funcionamiento de la aplicación con una persona de sexo femenino de 64 años de edad, con un ritmo cardiaco de 77 lpm y que se encuentra estable.



Figura 5. Prueba de funcionamiento estable

Fuente: Elaboración Propia

Para tener una mayor confiabilidad de las lecturas proporcionadas por la aplicación, se realiza una comparación con dos aplicaciones más seguras, confiables y precisas (Antonio M., 2020), estas aplicaciones son: Instant Heart Rate, Cardiograph. También se realizó la comparación de una aplicación recomendada por el fabricante de Scosche que es Fitdigit (Scosche, 2020), en la figura 6 se muestra la comparación de las aplicaciones al obtener la frecuencia cardiaca de la persona.

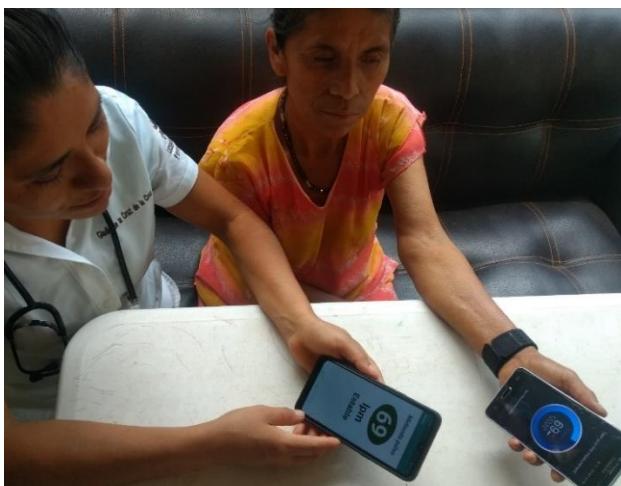


Figura 6. Prueba de comparación de aplicaciones

Fuente: Elaboración Propia

Para realizar las comparaciones se tomaron las medidas de 30 datos en tiempo real de forma aleatoria, durante un periodo de 3 horas. La primera comparación con la aplicación Instant Heart Rate se produjo un error promedio (MAPE) del sistema en la medición del pulso cardiaco de 1.87%. Con respecto a la aplicación Cardiograph el error promedio (MAPE) del sistema fue de 7.63%. y la tercera comparación con la aplicación Fitdigit el error promedio (MAPE) fue de 1.2%. Al analizar los porcentajes se determina que el desempeño de la aplicación es exitoso debido a que existe un error promedio 3.5% en las comparaciones realizadas, lo cual indica que las lecturas de la aplicación son correctas y exactas.

Durante las pruebas de comparación se detectaron 18 lecturas fuera del rango de estable, la aplicación de Arrit-mo logró detectar el 95% de las arritmias en comparación con las otras aplicaciones que solo mostraban la lectura de la frecuencia cardiaca. En la figura 7 se muestra la detección de una arritmia cardiaca conocida como bradicardia.



Figura 7. Detección de Arritmia Bradicardia

Fuente: Elaboración Propia

Con las comparaciones realizadas se ha observado que el funcionamiento de la aplicación es correcta y confiable para obtener la medida del pulso cardiaco y detección de arritmias en personas mayores de 55 años de edad, que se encuentren en reposo.

Conclusiones

En la actualidad existen distintas aplicaciones que permiten el monitoreo de la frecuencia cardiaca, la detección de arritmias puede ser un factor importante para prevención de riesgos cardiovasculares. El proyecto se presenta con una alternativa para la detección de arritmias, tomando en cuenta que fue diseñado para dispositivos móviles con sistema Android.

Los resultados obtenidos al utilizar Arrit-mo son favorables debido a que se logró obtener lecturas correctas con un margen de error de 3.5% en comparación con otras aplicaciones. También se obtuvo un 95% en la detección de arritmias en personas adultas mayores de 55 años de edad.

Las personas que utilizaron Arrit-mo manifestaron un interés en el funcionamiento de la aplicación, debido a que el diseño es muy amigable, fácil de utilizar, monitorean su pulso cardiaco y detecta las arritmias con éxito. Al realizar la comparación del proyecto con otros sistemas ya existentes en el mercado, a diferencia de los demás la aplicación detecta si la condición del usuario es estable o presenta una arritmia cardiaca, y de esta manera poder prevenir algún riesgo de salud en la persona.

Referencias bibliográficas

- Antonio M., O. (22 de Mayo de 2020). Las Mejores Aplicaciones Android Para Monitorear la Frecuencia Cardiaca del 2018. Obtenido de <https://famisafe.wondershare.com/es/android-monitoring/android-heart-rate-monitor.html>
- Bluetooth. (2015). Bluetooth technology basics. Obtenido de www.bluetooth.com/what-is-bluetooth-technology/bluetooth-technology-basics
- Mena Roa, M. (30 de Julio de 2020). Android e iOS dominan el mercado de los smartphones. Obtenido de <https://es.statista.com/grafico/18920/cuota-de-mercado-mundial-de-smartphones-por-sistema-operativo/#:~:text=Android%20e%20iOS%20dominan%20el%20mercado%20de%20los%20smartphones,->

Autor%20M%C3%B3nica%20Mena&text=Seg%C3%BAn%20datos%20de%20la%20consultora,App

Mulet Segura, C. (2017). Arritmias y Riesgo Cardiovascular Diseño, Control e Investigacion de una aplicacion para dispositivos moviles. Facultad de medicina. Valencia: Universidad de Valencia.

Olivera Álvarez, N. (2014). Desarrollo de un metodo de detección de arritmias para un dispositivo móvil con sistema de alerta. México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México. Programa de maestria y Doctorado en ingenieria.

OMS. (17 de Mayo de 2017). Enfermedades cardiovasculares. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))

PreMarathon, V. (30 de Junio de 2016). Pulsómetro óptico Scosche rhythm+: análisis, prueba y opinión. Obtenido de <https://www.sport.es/labolsadelcorredor/pulsometro-optico-scosche-rhythm-plus-analisis-prueba-opinion/>

Sánchez , A. G., Bobadilla, M. E., & Gómez Ortega, M. (3 de Julio de 2016). Revista Mexicana de cardiología. Obtenido de Enfermedad cardiovascular. Primera causa de muerte en un hospital de tecer nivel: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cardio/h-2016/hs163a.pdf>

Scosche. (2010). Scosche Accessories for life. Obtenido de <https://www.scosche.com/rhythm-plus-heart-rate-monitor-armband>

Scosche. (Mayo de 2020). Obtenido de RHYTHM+™ works with most popular health and fitness apps including: <https://www.scosche.com/rhythm-plus>

Scosche. (2020). Best Heart Rate Monitor | Rhythm Plus. Obtenido de <https://www.scosche.com/rhythm-plus>

Studio, A. (2019). Android studio the official ide for android. Obtenido de <https://developer.android.com/studio/index.html>